

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 9 月 15 日 (15.09.2005)

PCT

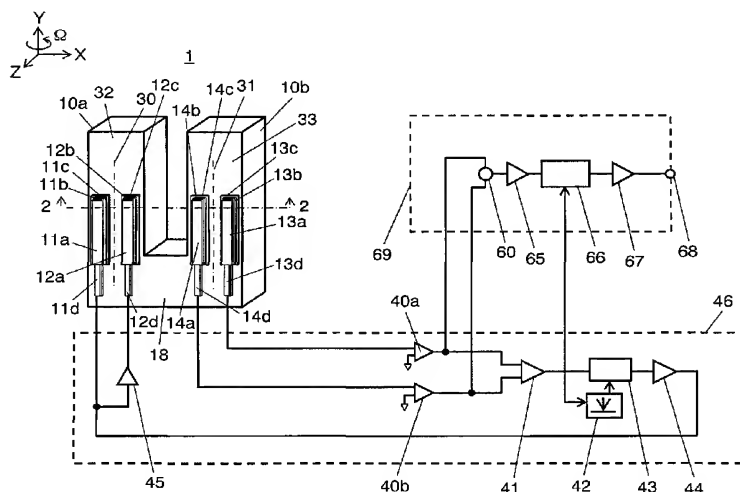
(10) 国際公開番号
WO 2005/085758 A1

- (51) 国際特許分類: G01C 19/56, G01P 9/04 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/003359 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 大内 智 (OHUCHI, Satoshi). 山本 毅 (YAMAMOTO, Takeshi). 相澤 宏幸 (AIZAWA, Hiroyuki).
(22) 国際出願日: 2005 年 3 月 1 日 (01.03.2005)
(25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 岩橋 文雄, 外 (IWAHASHI, Fumio et al.); 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1006 番地 松下電器産業株式会社内 Osaka (JP).
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ: 特願2004-061966 2004 年 3 月 5 日 (05.03.2004) JP (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,

[続葉有]

(54) Title: TUNING FORK VIBRATOR FOR ANGULAR VELOCITY SENSOR, ANGULAR VELOCITY SENSOR USING THE VIBRATOR, AND VEHICLE USING THE ANGULAR VELOCITY SENSOR

(54) 発明の名称: 角速度センサ用音叉型振動子、この振動子を用いた角速度センサ及びこの角速度センサを用いた自動車



(57) Abstract: There is provided a tuning fork vibrator for angular velocity sensor capable of obtaining stable drive of the tuning for, reducing the size of the angular velocity sensor, and realizing highly accurate control of a vehicle body even under a high temperature environment. There are also provided an angular velocity sensor using the vibrator and a vehicle using the angular velocity sensor. Electric charges obtained from upper electrodes (13a, 14a) arranged on an arm (10b) are amplified by current amplifiers (40a, 40b), respectively. The signal amplified is differentially amplified by a differential amplifier (41) and the amplified signal is used as a monitor signal of the tuning fork drive. Output signals from the current amplifiers (40a, 40b) are added by an adder (60) and the added signal is used as a signal for detecting the angular velocity.

(57) 要約: 音叉の安定駆動および角速度センサの小型化を図り、高温環境下の使用においても車体の高精度な制御が実現できる角速度センサ用音叉型振動子、この振動子を用いた角速度センサ及びこの角速度センサを用いた自動車を提供する。アーム (10b) 上に設けられた上部電極 (13a, 14a) から得られる電荷をカレントアンプ (40a), (40b) でそれぞれ増幅する。増幅した信号を第 1 の差動増幅器 (41) で

[続葉有]



WO 2005/085758 A1



SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護
が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ,
BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE,
BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

角速度センサ用音叉型振動子、この振動子を用いた角速度センサ及びこの角速度センサを用いた自動車

技術分野

[0001] 本発明は、安定した音叉駆動および角速度センサの小型化を実現し、高温環境下の使用においても安定で、しかも高精度に車体の制御が実現できる角速度センサ用音叉型振動子、この振動子を用いた角速度センサ及びこの角速度センサを用いた自動車に関するものである。

背景技術

[0002] 従来この種の角速度センサとしては、たとえば、特開平11-173850号公報に紹介されている。図4はこの公報に紹介された角速度センサ振動子の平面図である。

[0003] 図4において、シリコンからなる音叉型振動子101はアーム102, 103を備える。アーム102, 103は基部104で連結されている。また、アーム102, 103をそのX軸方向へ音叉振動させる基部104には駆動素子部105, 106が形成されている。モニター素子部107, 108はアーム102, 103がそのX軸方向へ音叉振動しているときの振幅をモニターするために各別にアーム102, 103に形成されている。検知素子部109, 110は角速度を検出するアーム102, 103に形成されている。

[0004] 駆動素子部105, 106に交流信号が印加されるとアーム102, 103がそのX軸方向へ音叉振動する。モニター素子部107, 108は各別に、アーム102, 103の短手方向の中心部よりも外側に設けられている。

[0005] これによって、モニター素子部107, 108には互いに同相の交流信号が発生する。アーム102, 103は所定の音叉振動の振幅となるようにモニター素子部107, 108からの出力信号に応動して制御される。アーム102, 103がそのX軸方向へ音叉振動しているときにそのZ軸の周りに角速度が印加されると、アーム102, 103にはそのY軸方向に互いに相反する撓みが発生する。この撓みを検知素子部109, 110の検出によって印加された角速度の大きさが分かる。

[0006] こうした従来の角速度センサは、モニター素子部107, 108が各別にアーム102, 1

03の中心部から外側に設けられている。このため、互いに同相となる交流信号が発生する。したがって、モニター素子部107, 108では、X軸方向に音叉駆動するときには除去すべきノイズをキャンセルすることができず、ノイズの混入したモニター信号に応じて駆動されるという不都合が生じる。

[0007] また、駆動素子部105, 106、モニター素子部107, 108および検知素子部109, 110を音叉型振動子101上に独立させて設けなければならないため、角速度センサの小型化を実現するためには困難が伴う。また、駆動素子部105, 106、モニター素子部107, 108および検知素子部109, 110が音叉型振動子101上に独立して設けられているため、自動車のような高温環境下で使用される場合には各素子の温度変化率が一樣ではなく、各素子が個々の異なる経時変化を受けることになり、正規の角速度信号が得られないという不都合が生じる。

[0008] 本発明は安定した音叉駆動を実現し、角速度センサの小型化を図り、高温環境下の使用においても車体の制御が高精度に実行できる角速度センサ用音叉型振動子、この振動子を用いた角速度センサ及びこの角速度センサを用いた自動車を提供するものである。

発明の開示

[0009] 本発明にかかる角速度センサ用音叉型振動子は、2つのアームとこのアームを連結する1つの基部とを有した非圧電材料からなる音叉を備える。この音叉をそのX軸方向に励振する2つのアームの少なくとも1つのアームの一主面上の中心部を境にしてその上部電極が離間するように設けられた第1の圧電膜を備える。また、この第1の圧電膜の下には下部電極が形成される。これらの第1の圧電膜およびその上部電極およびその下部電極は、2つのアームに形成してもかまわない。しかし、第1の圧電膜は2つのアームの一方側に形成するのが実用的であり、かつ構造上の簡便化も図れる。かつ、これらの上部電極には互いに位相が反転された駆動信号が供給されている。

[0010] また、音叉がX軸方向に音叉振動するときのアームのX軸方向の振幅をモニターするために2つのアームの少なくとも1つのアームの一主面上の中心部を境にして第2の圧電膜が形成されている。第2の圧電膜にはその上部電極およびその下部電極が

離間形成されている。また、これらの上部電極から互いに位相が反転されたモニター信号が出力される。

- [0011] こうした構成は、アームの中心部を境にして離間形成された第2の圧電膜上にはそれらの上部電極が少なくとも2つ各別に形成されているため、X軸方向に音叉駆動するときにノイズをキャンセルすることができる。
- [0012] また、第2の圧電膜およびその上部電極およびその下部電極は2つのアームの少なくとも1つのアームに形成される。これらは1つのアームだけではなく、2つのアームに形成してもよい。
- [0013] 上記の構成によって、ノイズの混入したモニター信号に基づいて駆動信号が、アームの中心部を境にして離間形成された第1の圧電膜上に設けられた上部電極に印加されてしまうという不都合を排除することができ、安定した音叉駆動が可能である。
- [0014] また、アームの一主面上の中心部を境にして離間形成された上部電極に対応して第1の圧電膜も中心部を境にして離間形成される。さらに離間形成された第1の圧電膜に対応してその下部電極も離間形成される。また、アームの一主面上の中心部を境にして離間形成された上部電極に対応して第2の圧電膜もアームの中心部を境にして離間形成される。さらに離間形成された第2の圧電膜に対応してその下部電極も離間形成される。また、アームの中心部を境にして駆動部、モニター部が互いに分離、独立して設けられているため、X軸方向とZ軸方向に向かって、より高精度な振動を発生させることができる。
- [0015] また、アームの中心部を境にして離間形成された第1の圧電膜と、その上に設けられたその上部電極がアームの中心部を境にして対称に配置されている。また、アームの中心部を境にして離間形成された第2の圧電膜に形成されたその上部電極がアームの中心部を境にして対称に配置される。これにより、モニター部において、より高精度なノイズの除去ができるとともに、より安定した音叉駆動が可能になる。
- [0016] また、角速度センサ用音叉型振動子は、アームの中心部を境にしてそれぞれ離間形成された一对の上部電極、第2の圧電膜および下部電極が、音叉の中心部を境にして対称に配置されている。これにより大きな安定したモニター信号が得られるという作用効果を奏する。

- [0017] また、本発明の角速度センサ用音叉型振動子においては、音叉は、シリコンからなるセンサ用音叉型振動子であり、普及した安定な半導体プロセス技術を採用したので安価で、かつ、高精度な形状の振動子が得られる。
- [0018] また、角速度センサ用音叉型振動子は、その上部電極がアームの中心部を境にして離間するように形成された第1の圧電膜および上部電極がアームの中心部を境にして離間形成された第2の圧電膜とその上部電極は、アームのY軸方向の長さの中央部の位置よりも基部側に偏って配設される。これによって、外乱振動に対しても安定した音叉駆動が可能であるという作用効果を奏する。
- [0019] また角速度センサは、角速度センサ用音叉型振動子と、駆動回路と、角速度検出回路とを備える。駆動回路はアームの中心部を境にして離間形成された第2の圧電膜とその上に形成された上部電極から得られる各信号をそれぞれ増幅する第1の増幅器を備える。第1の増幅器はただ1つの増幅器ではなく、たとえばカレントアンプと称される2つの増幅手段で構成することができる。
- [0020] また、第1の増幅器の出力信号を差動増幅するために差動増幅器が用意されている。差動増幅器の出力信号が入力されるAGC回路と、AGC回路の出力信号が入力され第2の増幅器を備える。第2の増幅器はアームの中心部を境にして離間形成された第1の圧電膜上に形成された各上部電極には互いに位相が反転された駆動信号を供給する。
- [0021] また、駆動回路とは別に用意された角速度検出回路は第1の増幅器から得られる各信号または、アームのZ軸方向に撓むアームの中心部を境にして離間形成された第1の圧電膜と、その上に形成された上部電極から得られる各信号のいずれかが加算される加算部を備える。また、加算部の出力信号の位相を移相させる移相器と、移相器の出力信号を第1の増幅器の出力信号または差動増幅器の出力信号により同期検波する同期検波器を備えている。
- [0022] こうした構成によって、角速度を検出するための構成が不要となり、角速度センサの小型化を実現、提供することができる。
- [0023] また、本発明にかかる角速度センサは角速度センサ用音叉型振動子と、駆動回路と、角速度検出回路を備える。駆動回路は、アームの中心部を境にして離間形成さ

れた第2の圧電膜と、その上に設けられた上部電極から得られる信号をそれぞれ増幅する第1の増幅器と、これらの第1の増幅器の出力信号を差動増幅する第1の差動増幅器を備える。第1の増幅器はただ1つの増幅器ではなく、たとえばカレントアンプと称される2つの増幅手段で構成することができる。

[0024] また、この第1の差動増幅器の出力信号が入力されるAGC回路とこのAGC回路の出力信号が入力される第2の増幅器を備える。第2の増幅器は、アームの中心部を境にして離間形成された第1の圧電膜と、その上に形成された各上部電極に互いに位相が反転した駆動信号を供給する。

[0025] また、駆動回路とは別に用意された角速度検出回路はアームのY軸の周りに角速度 Ω が印加されたときに、そのZ軸方向に撓むアームの中心部を境にして離間形成された第2の圧電膜を備える。第2の圧電膜の上に形成された上部電極から得られる各信号は第1の増幅器によって増幅される。増幅された信号は第1の加算部で加算・合成される。

[0026] また、角速度検出回路は第1の圧電膜と、その上に形成された上部電極から得られる各信号を増幅する第3の増幅器を備える。増幅された各信号を加算・合成する第2の加算部を備える。第2の加算部で加算・合成された信号は第2の差動増幅器によって増幅される。第2の差動増幅器の出力信号は移相器に入力され、所定の位相だけ移相される。移相器の出力信号は第1の増幅器の出力信号または第1の差動増幅器の出力信号によって、同期検波する同期検波器を備えている。こうした構成によって、角速度を検出するための回路部を新たに付加させることなく、より大きな角速度信号を検出できるという作用効果を奏する。

[0027] また、本発明にかかる自動車は角速度センサをヨーレート、ローリング、ピッチングの少なくともいずれか1つを検出するセンサとして用いる。駆動を実行する部分、駆動を司る基準信号(モニター信号)を検出する部分と角速度信号を検出する部分が共通の素子である角速度センサであるため、自動車のように高温環境下で使用される場合に、仮に角速度センサを構成する電気的素子に経時変化が生じても温度変化率をほぼ同じに保持することができるので実質的に角速度信号は影響を被らないという作用効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]図1は本発明の実施の形態にかかる角速度センサ用音叉型振動子の分解斜視図である。

[図2]図2は図1に示した同振動子の2-2断面図である。

[図3]図3は同振動子を用いた角速度センサ回路図である。

[図4]図4は従来の角速度センサの振動子の平面図である。

符号の説明

- [0029] 1 音叉型振動子
10a, 10b アーム
11a, 12a, 13a, 14a 上部電極
11b, 12b 第1の圧電膜
11c, 12c, 13c, 14c 下部電極
11d, 12d, 13d, 14d 導電部
13b, 14b 第2の圧電膜
18 基部
30, 31 中心部
32, 33 一主面
40a, 40b カレントアンプ
41 第1の差動増幅器
42 全波整流回路
43 AGC回路
44 アンプ
45 反転アンプ
46 駆動回路
60 加算部
65 移相器
66 同期検波器
67 ローパスフィルタ

68 端子

69 角速度検出回路

発明を実施するための最良の形態

[0030] 以下に本発明の一実施の形態について図面を参照しながら説明する。

[0031] (実施の形態)

図1は本発明の実施の形態にかかる角速度センサ用音叉型振動子の分解斜視図、図2は図1に示した同振動子の2-2断面図、図3は同振動子を用いた角速度センサの回路ブロック図である。

[0032] 図1において、本発明にかかる角速度センサ用音叉型振動子1は、非圧電材料である、たとえばシリコンからなるアーム10a、10bを備える。アーム10a、10bの長手方向、すなわち、図1を正視して、Y軸方向であって、その下方部は基部18で連結されている。アーム10a、10bの短手方向、すなわちX軸方向のほぼ中心位置には、それらの中心部30、31が示されている。また、アーム10a、10bの長手方向の面にはそれぞれ一主面32、33が示されている。

[0033] ここでアーム10aに着目する。下部電極11c、12cはアーム10aの一主面32の上に中心部30を境にしてほぼ対象に離間形成されている。第1の圧電膜11b、12bは、PZTからなる膜面に垂直方向に分極処理され、下部電極11c、12c上に各別に形成されている。上部電極11a、12aは駆動電極としての機能を有し、第1の圧電膜11b、12bの上に各別に形成されている。また、導電部11d、12dは上部電極11a、12aに各別に接続され、これらはアーム10aの下方端部側、すなわち、基部18に近い箇所に配設されている。

[0034] 次にアーム10bに着目する。下部電極13c、14cがアーム10bの一主面上に中心部31を境にして離間形成されている。第2の圧電膜13b、14bはいずれもPZTからなる膜面に垂直方向に分極処理され、下部電極11c、12cの上に各別に形成されている。上部電極13a、14aはモニター信号および角速度検出信号を取り出すための上部電極であり、第2の圧電膜13b、14bの上に各別に形成されている。

[0035] また、導電部13d、14dは上部電極13a、14aに各別に接続され、それらはアーム10bの下方端部、すなわち基部18に近い箇所に配設されている。また、導電部13d、

14dと、導電部11d, 12dは基部18を挟んでほぼ対称に配置されている。

[0036] アーム10a上に設けられた駆動部は、上部電極11a, 12a、第1の圧電膜11b, 12bおよび下部電極11c, 12cで構成されている。これらの駆動部は、中心部30を境にして互いに対称に配置された一対構成としている。同様に、アーム10b上にも中心部31を境にして互いに対称に上部電極13a, 14a、第2の圧電膜13b, 14bおよび下部電極13c, 14cが配置されている。アーム10aと10bは、音叉型振動子1の中心部1cを境にして左右対称に配置されている。

[0037] なお、図1に示した音叉型振動子1の構造は2つのアームの一方側、すなわちアーム10aに第1の圧電膜11b, 12bおよびそれらの上部電極11a, 12aおよびそれらの下部電極11c, 12cを配設した。また、アームの他方側、すなわちアーム10bに第2の圧電膜13b, 14bおよびそれらの上部電極13a, 14aおよびそれらの下部電極13c, 14cを配設した。しかし、これらの配置の組み合わせは当業者には設計的事項の範囲でいくつかの選択が可能である。たとえば、どちらか一方のアームではなく、2つのアームに第1の圧電膜および第2の圧電膜の少なくとも一方を形成してもよい。

[0038] また図1には、駆動電極としての上部電極11a, 12aは一方のアーム10aに形成し、モニター信号および角速度検出信号を取り出す上部電極13a, 14aは他方のアーム10bに形成して、これらの電極を分離、独立して形成したものを示した。しかし、これらの電極を同じアーム上に形成してもよい。

[0039] 図2は図1に示した音叉型振動子1の2-2断面図である。図1に示したものと同一箇所には同じ符号を付与した。図2を正視して左側に示したアーム10aはその中心部30を境にして、その外側30aと、その内側30bを有する。また、アーム10aは一主面32を有する。アーム10aの外側30aの一主面32の上には下部電極11cが形成されている。下部電極11cの上には、PZTからなる膜面に垂直方向に分極された圧電膜11bが形成され、その上には駆動電極である上部電極11aが形成されている。

[0040] 同様にアーム10aの内側30bの一主面32の上には下部電極12c、分極処理された圧電膜12b及び上部電極12aがこの順序で形成されている。

[0041] さらに、図2を正視して右側に示したアーム10bは中心部31を境にして、その外側31aとその内側31bを有する。また、アーム10bは一主面33を有する。アーム10bの

外側31aの一主面33の上には下部電極13cが形成されている。下部電極13cの上には、PZTからなる膜面に垂直方向に分極された圧電膜13bが形成され、その上には駆動電極である上部電極13aが形成されている。

[0042] 同様にアーム10bの内側31bの一主面33の上には下部電極14c、分極処理された圧電膜14b、上部電極14aがこの順序で形成されている。

[0043] 検出部は、アーム10aの一主面32上に設けられた下部電極(図示せず)、この下部電極上に設けられたPZTからなる膜面に垂直方向に分極処理された圧電膜(図示せず)とこの圧電膜上に設けられた上部電極(図示せず)で構成される。同様に、アーム10bの一主面33の上にも下部電極(図示せず)、この下部電極の上に設けられたPZTからなる膜面に垂直方向に分極処理された圧電膜(図示せず)とこの圧電膜上に設けられた上部電極(図示せず)で構成されている。

[0044] こうした検出部は、音叉型振動子1の中心部1cを境にして左右のアーム10a, 10bにおいてもほぼ対称に構成されている。

[0045] 同様に、モニター電極17の下にもPZTからなる膜面に垂直方向に分極処理された圧電膜(図示せず)と下部電極(図示せず)が形成される。

[0046] 図3は本発明にかかる角速度センサ回路である。角速度センサ回路は、音叉型振動子1、駆動回路46および角速度検出回路69の3つから構成されている。図3を正視して上段左側に示した音叉型振動子1の基本構造は図1に示したものと同一であるので、詳細な説明は省略する。

[0047] 図3を正視して下段中央部に示した駆動回路46はカレントアンプ40a, 40b, 第1の差動増幅器41, 全波整流器42, AGC回路43, アンプ44および反転アンプ45を備える。

[0048] カレントアンプ40aにはアーム10aの下方端部側に設けられた導電部13dから信号が入力される。カレントアンプ40bには導電部14dから信号が入力される。なお、カレントアンプ40aおよび40b別々の増幅器ではなく、これらを合わせて、第1の増幅器として位置づけることができる。

[0049] さて、第1の差動増幅器41の一方の入力には第1の増幅器の1つであるカレントアンプ40aの出力信号が入力される。その他方の入力には第1の増幅器の中のカレン

トアンプ40bの出力信号が入力される。第1の差動増幅器41の出力信号はAGC回路43および全波整流器42に入力される。AGC回路43はアーム10a, 10bがそのX軸方向に音叉振動する振幅の大きさが所定値に設定されるよう駆動信号の振幅を制御する。全波整流器42は第1の差動増幅器41の出力信号を整流平滑する。アンプ44にはAGC回路43の出力信号が入力される。アンプ44の出力信号はたとえば正の駆動信号であって、その駆動信号は導電部11dを中継して上部電極11aに供給される。アンプ44の出力信号は反転アンプ45にも入力される。反転アンプ45の出力信号としては、たとえば負の駆動信号が取り出され、その駆動信号は、導電部12dを中継して上部電極12aに供給される。上部電極11a, 12aに供給される各駆動信号は位相が互いに反転された、すなわち 180° の位相差を有し、それらの振幅はほぼ同じに設定されている。

[0050] 図3を正視して上段右側に示した角速度検出回路69は、加算部60, 移相器65, 同期検波器66, ローパスフィルタ67および端子68を備える。加算部60には駆動回路46の一部を構成するカレントアンプ40aおよびカレントアンプ40bからの2つの出力信号が入力され、これらの出力信号が加算・合成される。移相器65では加算部60で加算された合成信号の位相が所定の大きさだけ移相される。移相器65の出力信号は同期検波器66に入力される。また、同期検波器66には第1の差動増幅器41の出力信号が入力され、この出力信号に基づき移相器65の出力信号は同期検波される。同期検波器66の出力信号はローパスフィルタ67に入力される。

[0051] 次に本発明の角速度センサにかかる音叉振動の動作について図3を参照して説明する。音叉型振動子1側に形成された上部電極11aに供給される正の駆動信号と、上部電極12aに供給される負の駆動信号の位相は互いに反転された関係、すなわち位相差が 180° に保持され、それらの振幅の大きさはほぼ同じに設定されている。

[0052] こうした条件設定によって、たとえばアーム10aの中心部30を境にして、圧電膜11bがアーム10aのY軸方向に撓むとアーム10aをX軸方向(外向き)に曲げようとする力が発生する。同時にZ軸方向(奥から手前に向かう方向)にも曲げようとする力が発生する。また、アーム10aの中心部30を境にして圧電膜12bはY軸方向に伸びるため、アーム10aをX軸方向(外向き)に曲げようとする力が発生する。同時にZ軸方向(

奥から手前に向かう方向)にも曲げようとする力が発生する。その結果、アーム10aの中心部30を境にしてアーム10aの左右の部分をZ軸方向に互いに逆に撓ませようとする力が釣り合い、相殺されるので、X軸方向(外向き)への振動が起こる。

[0053] また、アーム10aが上述のような動作をすると、アーム10bは音叉振動によって、アーム10aとは反対のX軸方向(外向き)に振動する。したがって、アーム10bの中心部31を境にして第2の圧電膜13bはY軸方向に縮み、逆に第2の圧電膜14bはY軸方向に伸びる。これにより、上部電極13a, 14a上には音叉振動の振幅に応動し互いに位相が反転し、かつ、同じ大きさの電荷が発生する。

[0054] 上部電極13a, 14a上に発生した電荷をそれぞれカレントアンプ40a, 40bによって増幅した後、それらの出力信号を第1の差動増幅器41によって増幅する。これによって、音叉振動の増幅をモニターするための大きなモニター信号が得られる。合わせて、X軸方向に音叉駆動するときに生じるノイズは上部電極13aと上部電極14aがアーム10bの中心部31を境にして対称に配置しているのでキャンセルすることができる。

[0055] このためモニター信号にノイズが混入し、その影響を受けた駆動信号が、上部電極11a, 12aに供給されてしまうという不都合を排除することができるので、安定した音叉駆動が可能である。また、仮に外乱によりアーム10bがZ軸方向に多少撓んだとしても上部電極13a, 14a上には同相で、かつ、同じ大きさの電荷が発生し、これらの電荷もキャンセルされるので、X軸方向に音叉駆動するという動作に悪影響を及ぼさないことになる。

[0056] 次に、角速度信号の検出原理について説明する。アーム10a, 10bがそのXY面内で音叉振動しているときに、Y軸の周りに角速度 Ω が印加されると、アーム10a, 10bはコリオリ力によりZ軸方向に互いに逆に撓む。したがって、アーム10bに形成された上部電極13a, 14aにはコリオリ力に基づき同相で、かつ、同じ大きさの電荷が発生する。これらの上部電極13a, 14aに発生した電荷は、カレントアンプ40a, 40bによって、それぞれ増幅された後、両者の出力信号は加算部60で加算され、加算後の信号は移相器65に入力される。移相器65の出力信号は第1の差動増幅器41の出力信号により同期検波器66で同期検波される。同期検波器66の出力信号はローパスフィルタ67を通して端子68から角速度信号として外部に導出される。

- [0057] こうした構成によれば、X軸方向に音叉振動する振幅に応動して上部電極13a, 14aに発生するモニター信号としては互いに位相が反転し、大きさが等しい電荷は、加算部60でカレントアンプ40a, 40bの出力信号が加算されキャンセルされるため、コリオリ力に基づく信号を抽出することができる。また、このような構成により、角速度を検出するための構成が不要となるため、角速度センサの小型化を提供することができる。
- [0058] また、本発明においては、アーム10b上にモニター信号を検出する検出部を設けた例について説明した。しかし、アーム10a上にさらに一对のモニター信号を検出する検出部を設けることも可能である。これにより、より大きな安定したモニター信号が得られる。
- [0059] また、本発明においては、アーム10b上に設けられた上部電極13a, 14aから角速度を検出する構成について説明した。同様にアーム10a上に設けられた上部電極11a, 12aから角速度を検出する構成とすることも可能である。さらに、Z軸方向に撓むアーム10b上に設けられた上部電極13a, 14aからの出力信号をカレントアンプ40a, 40bでそれぞれ増幅した後、カレントアンプ40a, 40bからのそれぞれの出力信号を加算部60で加算した第1の加算信号を得ることができる。
- [0060] また、アーム10bとはZ軸方向、かつ、逆向きに撓むアーム10a上に設けられた上部電極11a, 12aからの出力信号を第3の増幅器としてのカレントアンプ(図示せず)でそれぞれ増幅した後、これらのカレントアンプからのそれぞれの出力信号を加算部60とは別の加算部(図示せず)で加算した第2の加算信号を得ることもできる。
- [0061] 上述の第1の加算信号と第2の加算信号を第2の差動増幅器(図示せず)で差動増幅し、この第2の差動増幅器の出力信号を移相器65に入力する。しかして、移相器65の出力信号を第1の差動増幅器41の出力信号により同期検波器66で同期検波する。同期検波器66の出力信号をローパスフィルタ67を通して端子68から角速度信号として外部に出力する構成とすることも可能である。
- [0062] これにより、角速度を検出するために回路部を付加させることなく、より大きな角速度信号を検出することができる。
- [0063] また、本発明においては、駆動部を片アームに設けた例について説明した。しかし

、駆動部は少なくとも1つのアームの少なくとも一主面上に設けられていればよい。同様に、モニター部も、少なくとも1つのアームの一主面上に設けられていればよい。

[0064] また、1つのアーム上でその中心部を境にして駆動部、モニター部を、それぞれ独立させて設けた例について説明した。しかし、それらの少なくとも上部電極がアーム上の中心部を境にして離間されて設けられていればよい。また、駆動部、モニター部がともにアームの中心部を境にしてそれぞれ独立させて設けられているならば、X軸方向とZ軸方向へより高精度な振動を発生させることができる。

[0065] また、駆動部、モニター部をアームの長手方向、すなわちY軸方向の長さの中心部の位置よりも基部側の近くに配設した構成としたので安定性が高く、外乱振動に対しても安定した音叉駆動が可能である。

[0066] また、一般的によく用いられる半導体プロセス技術を使用して安価で、かつ、高精度な形状の振動子が得られるという点から、音叉型振動子として非圧電材料の1つであるシリコンを採用した例について説明した。しかし、これについても限定されるものではない。たとえばダイヤモンド、熔融石英、アルミナ、GaAs等を用いることも可能である。また、水晶、 LiTaO_3 、 LiNbO_3 等の圧電材料を用いることも可能である。

[0067] また、本発明にかかる角速度センサは、駆動を司る基準信号(モニター信号)を検出する部分と角速度信号を検出する部分が共通の素子であるものとした。自動車のように高温環境下でヨーレート、ローリング、ピッチングの少なくともいずれか1つを検出するセンサとして用いた場合には、仮に素子が経時変化により影響を受けたとしても各素子の温度変化を一様に保持することができる。このため角速度信号は温度変化の影響を低く抑えることができるため、極めて高精度に車体が制御される自動車または高い安全性を達成できる自動車を実現することができる。また、駆動を実行する部分と角速度信号を検出する部分が共通の素子である角速度センサである場合も同様のことが言える。

産業上の利用可能性

[0068] 本発明の角速度センサ用音叉型振動子、この振動子を用いた角速度センサ及びこの角速度センサを用いた自動車は、安定した音叉駆動を実現し、角速度センサの小型化を図り、高温環境下の使用においても極めて高精度に車体の制御を実現するこ

とができるので、その産業上の利用価値は高い。

請求の範囲

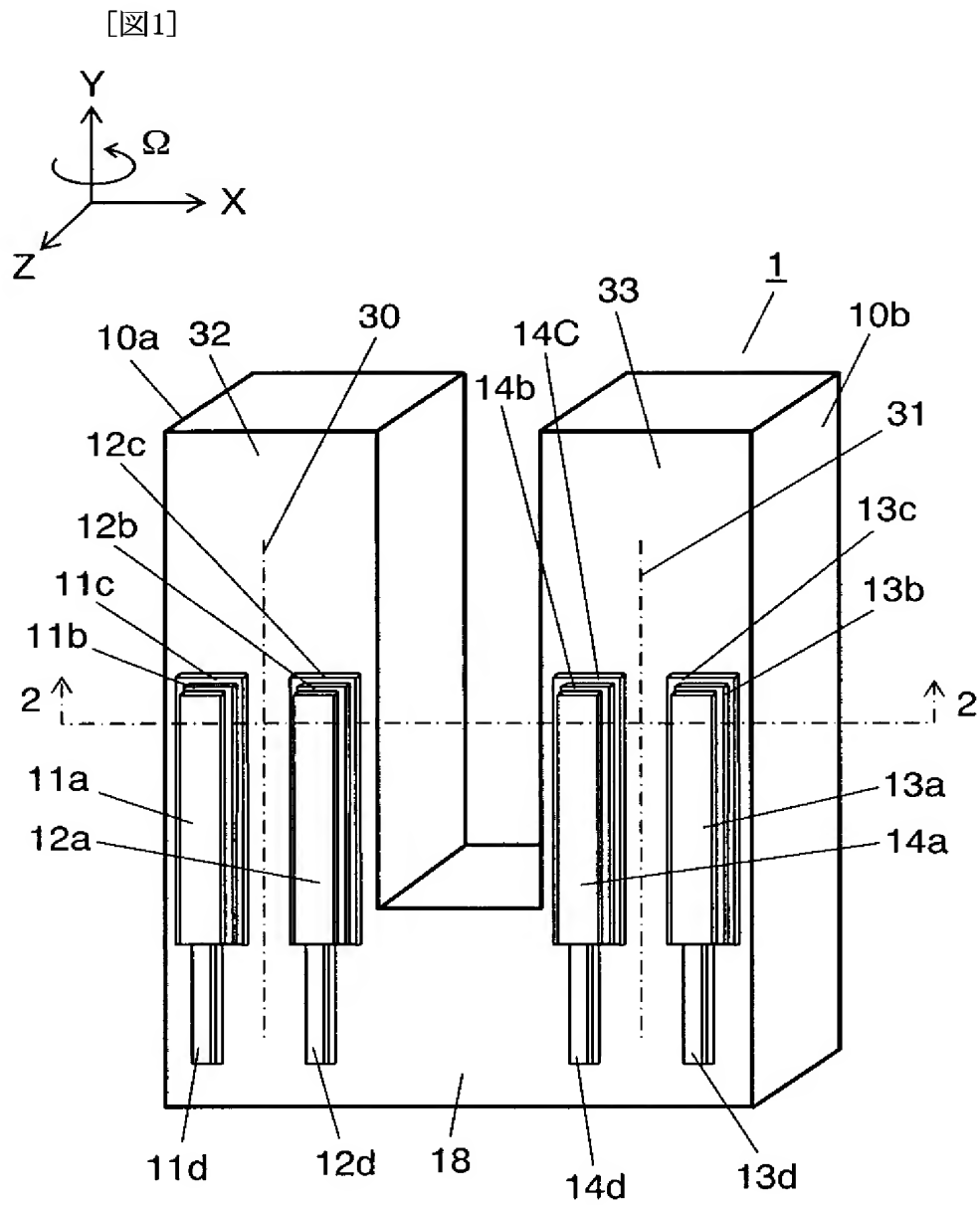
- [1] 2つのアームとこのアームを連結する基部とを有した非圧電材料からなる音叉と、この音叉をそのX軸方向に励振するために前記2つのアームの少なくとも1つのアームの一主面上の中心部を境にしてその上部電極が離間して設けられた第1の圧電膜と、前記上部電極に対して互いに位相が反転された駆動信号が供給され、前記音叉がX軸方向に音叉振動するときの前記アームのX軸方向の振幅をモニターするために前記2つのアームの少なくとも1つのアームの一主面上の中心部を境にしてその上部電極が離間形成され、かつ、これらの上部電極から少なくとも互いに位相が反転されたモニター信号が出力される第2の圧電膜を備えた角速度センサ用音叉型振動子。
- [2] 前記2つのアームの少なくとも1つのアームの一主面上にその中心部を境にして離間形成された第1の圧電膜およびその上部電極およびその下部電極と、前記2つのアームの少なくとも1つのアームの一主面上にその中心部を境にして離間形成された第2の圧電膜およびその上部電極およびその下部電極を備えた請求項1に記載の角速度センサ用音叉型振動子。
- [3] 前記第2の圧電膜およびその上部電極が前記音叉型振動子の中心部を境にして、前記2つのアームの一方側および他方側に対称に形成されている請求項1に記載の角速度センサ用音叉型振動子。
- [4] 前期第1の圧電膜およびその上部電極およびその下部電極は前記2つのアームの1つのアーム側に、前記第2の圧電膜およびその上部電極およびその下部電極は前記2つのアームのもう1つのアーム側に形成されている請求項1に記載の角速度センサ用音叉型振動子。
- [5] 前記1つのアームの中心部を境にして、前記第1の圧電膜およびその上部電極の一对が対称に形成されている請求項4に記載の角速度センサ用音叉型振動子。
- [6] 前記1つのアームの中心部を境にして、前記第2の圧電膜およびその上部電極の一对が対称に形成されている請求項4に記載の角速度センサ用音叉型振動子。
- [7] 前記音叉は、シリコンからなる請求項1に記載の角速度センサ用音叉型振動子。
- [8] 前記第1の圧電膜およびその上部電極、および第2の圧電膜およびその上部電極の中の少なくとも前記2つの電極は、アームのY軸方向の長さの中心部から基部側に向

かつて配設された請求項1乃至3のいずれか1項に記載の角速度センサ用音叉型振動子。

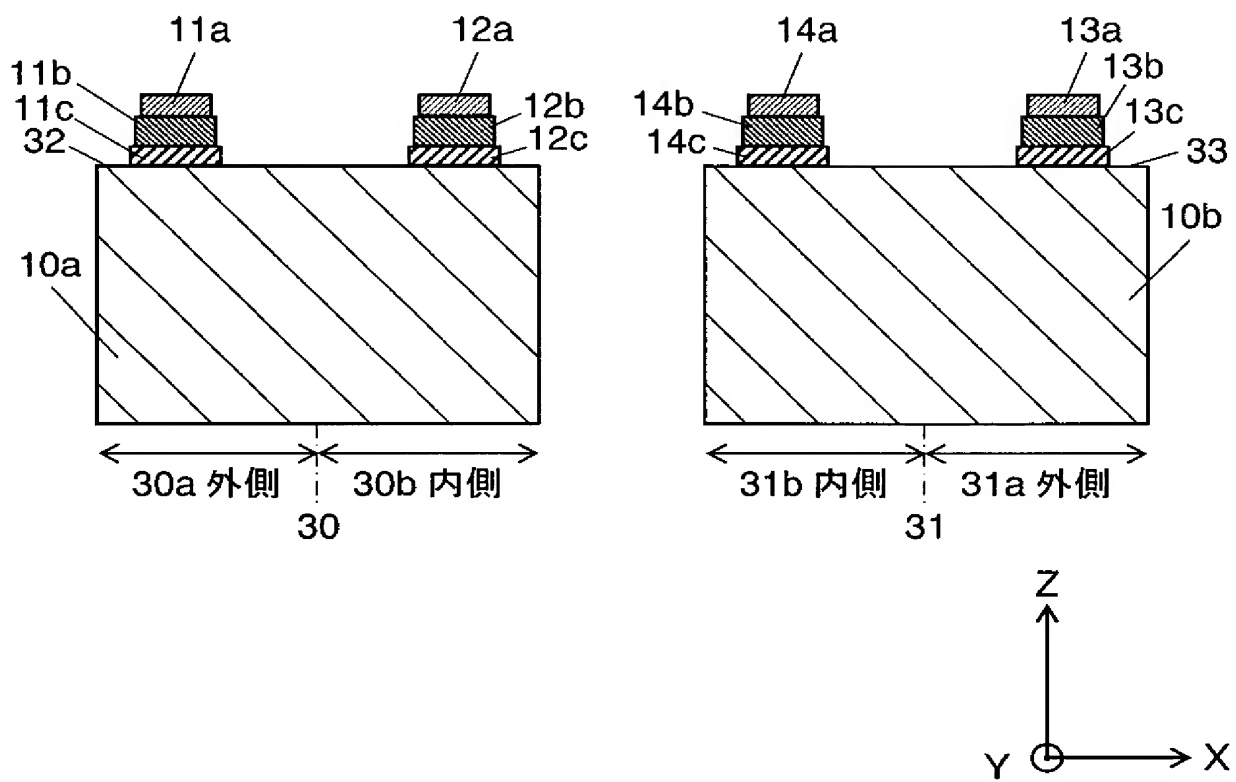
- [9] 角速度センサ用音叉型振動子と、駆動回路と、角速度検出回路とを備えた角速度センサであって、前記駆動回路はアームの中心部を境にして離間形成された第2の圧電膜とその上に形成された上部電極から得られる各信号をそれぞれ増幅する第1の増幅器と、前記第1の増幅器の出力信号を差動増幅する差動増幅器と、前記差動増幅器の出力信号が入力されるAGC回路と、前記AGC回路の出力信号が入力され、かつ、前記アームの中心部を境にして離間形成された前記第1の圧電膜上に形成された各上部電極に互いに位相が反転された駆動信号を供給する第2の増幅器とを有し、前記角速度検出回路は前記第1の増幅器から得られる各信号または、前記アームのZ軸方向に撓む前記アームの中心部を境に離間形成された第1の圧電膜上に形成された上部電極から得られる各信号のいずれかが加算される加算部と、前記加算部の出力信号の位相を移相させる移相器と、前記移相器の出力信号を前記第1の増幅器の出力信号または前記差動増幅器の出力信号により同期検波する同期検波器を有している角速度センサ。
- [10] 角速度センサ用音叉型振動子と、駆動回路と、角速度検出回路とを備えた角速度センサであって、前記駆動回路はアームの中心部を境にして離間形成された第2の圧電膜とその上に形成された上部電極から得られる信号をそれぞれ増幅する第1の増幅器と、前記第1の増幅器の出力信号を差動増幅する第1の差動増幅器と、前記第1の差動増幅器の出力が入力されるAGC回路と、前記AGC回路の出力信号が入力され、かつ、前記アームの中心部を境にして離間形成された第1の圧電膜上に設けられた各上部電極に互いに位相が反転された駆動信号を出力する第2の増幅器を有し、前記角速度検出回路は前記第1の増幅器からの得られる各信号が加算される第1の加算部と、前記第1の圧電膜上に形成された各上部電極から得られる各信号を増幅する第3の増幅器と、前記第3の増幅器で増幅した信号を加算する第2の加算部と、前記第2の加算部での加算信号を差動増幅する第2の差動増幅器と、前記第2の差動増幅器の出力信号の位相を移相させる移相器と、前記移相器の出力信号を前記第1の増幅器の出力信号または前記第1の差動増幅器の出力信号によ

り同期検波する同期検波器を備えている角速度センサ。

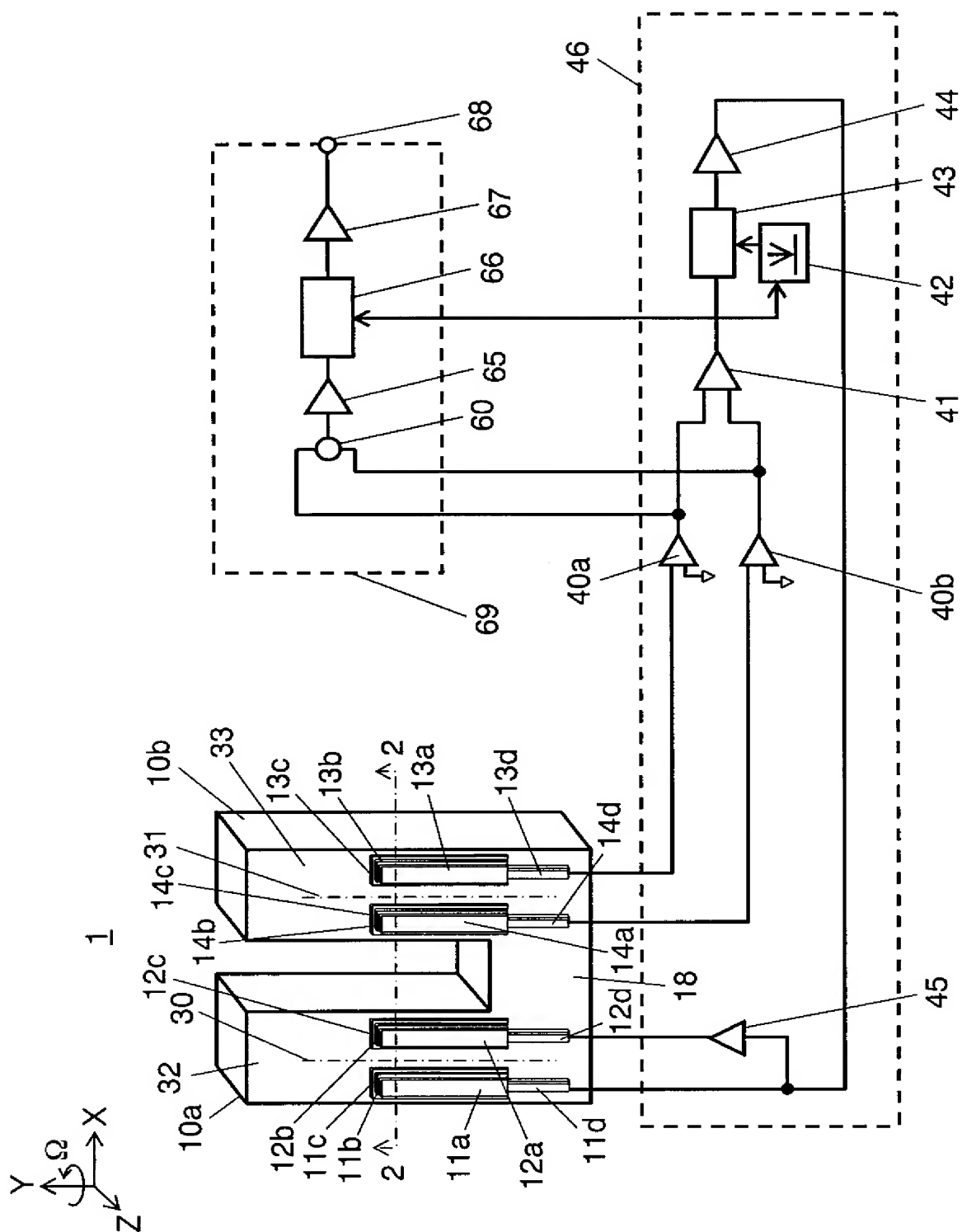
- [11] 請求項9または請求項10に記載の前記角速度センサをヨーレート、ローリング、ピッチングの少なくともいずれか1つを検出するセンサとして用いた自動車。



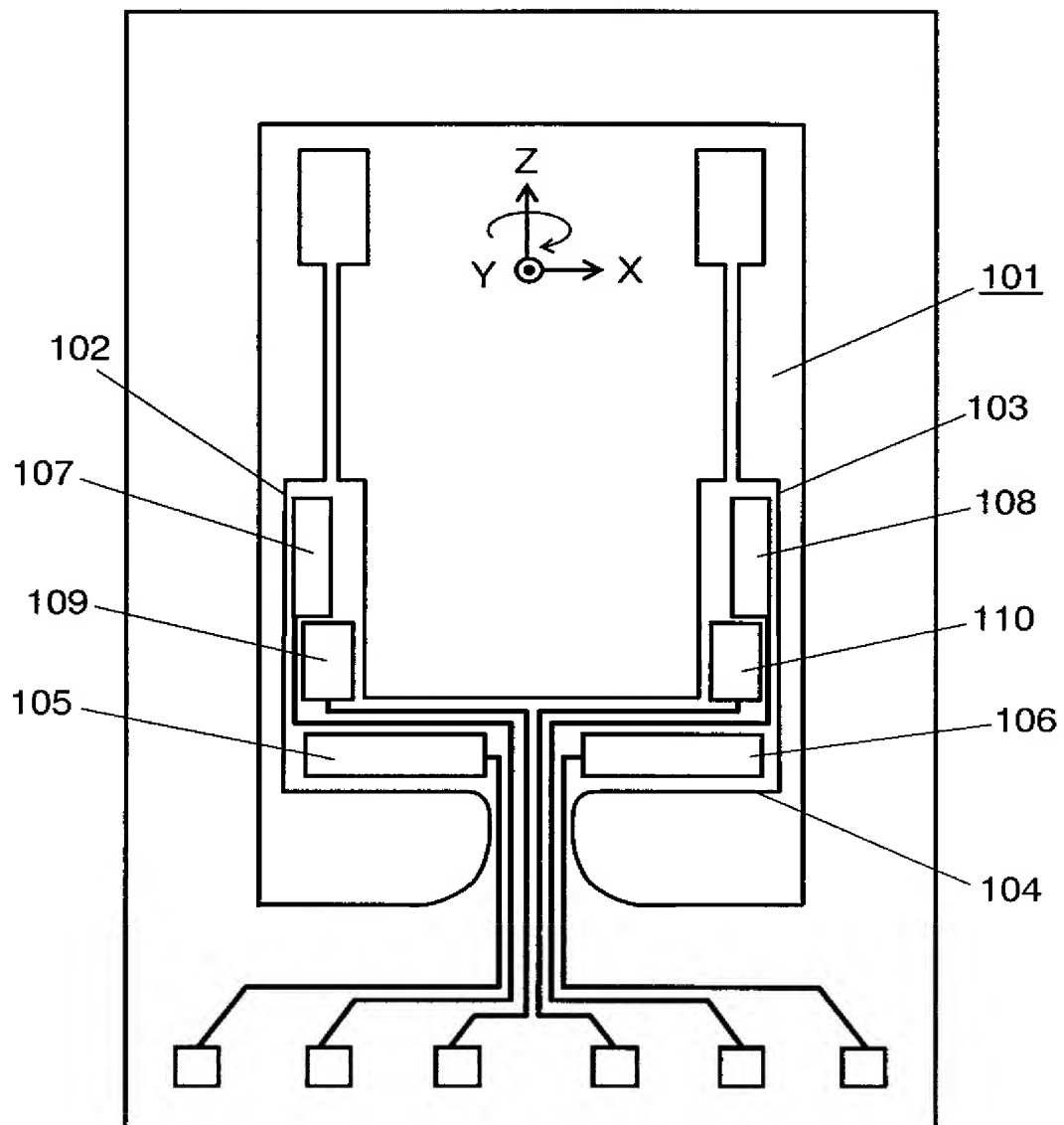
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/003359

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ G01C19/56, G01P9/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ G01C19/56, G01P9/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-339637 A (Nippon Soken, Inc.), 22 December, 1998 (22.12.98), Par. Nos. [0041] to [0042]; Fig. 5 & US 6018996 A1 column 6, line 60 to column 70, line 12; Fig. 5	1-11
Y	JP 2003-227719 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 15 August, 2003 (15.08.03), Full text; all drawings & US 2004/0095046 A1 & EP 1437569 A1 & WO 2003/052350 A1	1-11



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
30 May, 2005 (30.05.05)

Date of mailing of the international search report
14 June, 2005 (14.06.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/003359

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 9-273933 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 21 October, 1997 (21.10.97), Par. Nos. [0014] to [0016]; Figs. 1, 2 (Family: none)	4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ G01C19/56, G01P9/04

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ G01C19/56, G01P9/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 10-339637 A (株式会社日本自動車部品総合研究所) 1998. 12. 22, 段落【0041】-【0042】, 第5図 & US 6018996 A1, 第6欄第60行-第7欄第12 行, 第5図	1-11

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

30.05.2005

国際調査報告の発送日

14.06.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

岡田 卓弥

電話番号 03-3581-1101 内線 3258

2S

3405

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP2003-227719 A (松下電器産業株式会社) 2003.08.15, 全文全図 & US 2004/0095046 A1 & EP 1437569 A1 & WO 2003/052350 A1	1-11
Y	JP9-273933 A (松下電器産業株式会社) 1997.10.21, 段落【0014】0-【0016】, 第1, 2図 (ファミリーなし)	4